

## 「エネルギー研究者・技術者の育成・維持について」

(エネルギーPTメンバー意見とりまとめ)

平成19年12月20日

エネルギーPT事務局

エネルギーPT第4回会合(平成19年8月2日)での専門家の意見を以下のとおり整理した。

### 1. 人材不足が懸念される分野・領域

#### <主な意見、提案等の概要>

##### 【自然科学系】

- ・ 原子力工学
- ・ 資源工学(石油、石炭、天然ガスの掘削、生産)
- ・ エネルギーシステムに直結した電気工学(強電、電力、系統)、化学工学(バイオ系エネルギー変換などの触媒技術)、機械工学
- ・ ものづくり技術者
- ・ 理工系学部全般
- ・ 十分な教育を受け、かつ能力を持ったドクター

##### 【人文社会系(総合系)】

- ・ 原子力社会工学の研究者
- ・ エネルギー問題・エネルギーシステムについて十分に理解した上で、研究開発・制度設計を行いうる人材
- ・ エネルギー学(各種エネルギーを総合的視点でとらえ、地球温暖化や資源を巡る国際紛争なども問題を総合的に俯瞰して研究する)の研究者
- ・ 民生用エネルギーに関わる、行政関係の専門家や消費者行動に関して、社会科学分野で関心を持っている人材、経済学に精通した専門家
- ・ 専門分野にとどまらず、広く複眼的な視点と短期的・長期的時間軸の両面から技術を捉えるための学際的、戦略的なアプローチを策定・理解できる人材

### 2. 理由

#### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 大学や研究機関の独立行政法人化による弊害(論文数、引用数等の評価制度)
- ・ 研究予算の減少(教育者から見た魅力が低下)
- ・ 学校教育の質(内容)、時間数について疑問
- ・ 非常に長い時間と確認に時間がかかり、大学では大規模なシステム研究がやりにくい
- ・ エネルギー関係は大学でどのような研究がなされているのが見えにくい
- ・ 学識者、経験者の消失懸念、研究機能低下
- ・ 企業が採用する技術分野の硬直化と就職先が限定(新規雇用者が限られる)
- ・ エネルギー分野は成熟した地味なイメージ。学生にとって魅力が低下
- ・ 業界従事者の高齢化、ベテラン技術者の退職

- ・ 将来の新型軽水炉開発、高速増殖炉開発、核融合炉開発のためには、原子力産業の人材の育成・維持が必要であるが、原子力の学科・専攻の減少等により層の希薄化
- ・ 石炭の時代が必ず再到来
- ・ バイオ系エネルギー変換に必要
- ・ 修士以下ではエネルギーの専門の技術者ないし研究者とは言いがたい
- ・ 理工系社員の所得水準の相対的低さ
- ・ 「所得」とは別に「やりがいのある仕事」であるかどうか
- ・ 組織に埋没する職業は夢多き高校生には魅力がない

### 3. 対策

#### (1) 教育

##### 小学・中学

##### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 小中学校から理科や技術の実技（実験、解剖、工具を用いた製作）が重要
- ・ 日本の基礎学力（理数能力）の低下を憂慮。初等・中等教育で基礎学力を高めるための見直しが必要
- ・ 小・中学生で「ものづくり」、「科学技術」の面白さ、利便性を日常生活の範囲内で感じ、好奇心を抱かせ、広い視野を持たせる理科教育（楽しい実験）、実習教育、体験学習（インターンシップ教育：総合教育の活用）の普及促進
- ・ 日常生活で省エネや環境に配慮した行動を実践するための基礎知識を授ける教育が重要
- ・ 様々な情報を分析・理解し、自分の考えを伝えることのできる基礎的な国語力、基礎的外国語能力を高める必要
- ・ 一般市民が大学講座で修得した知識が子供へ伝わるような仕組み作り

##### 高校・高専

##### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 高専、工業高校卒業生は企業の安全・安心と製品品質を担う人材として重要。専門性の高い職業人・技術者養成校としてサポートを充実すべき。（工業高校の位置付けの明確化）
- ・ ものづくり現場（製油所）や原子力産業での熟練した技術専門性をもつ人材の養成が望まれる。
- ・ 高校入学時からの理系・文系選択を見直す必要がある
- ・ 相応しい教育カリキュラムの徹底（大学一般教養課程並みに先端的な技術の紹介）
- ・ 必要な教員・指導者の派遣・交流

##### 工学系大学（学部、修士、博士）

##### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 基盤的学術分野（電気、機械等）教育の強化（ジェネラリストや評論家は不要）資源工学分野の振興、一般教養課程の高度化
- ・ 継続的に進めることができる組織の存在、研究者の需要に依存している
- ・ 講座の再編で電気系消失ケースが全国的に発生

- ・ 産業界のニーズを明確にし、ニーズに沿った教育を施すことが重要
- ・ 独立行政法人からの講師派遣や産業界との共同による講座の運営( 寄付講座)
- ・ 国際資源開発産業を専門とする大学院の設立
- ・ 既存の(原子力)人材育成プログラムを更によりものにしていく必要がある
- ・ 学部レベルにおいては、原子力教育の体系化を進める必要がある
- ・ 大学入学後早い時期に原子力への興味を持たせ、教育を行うことが重要
- ・ エネルギーシステム、エネルギーサステナビリティ、エネルギーセキュリティ、エネルギー環境問題の議論、研究、教育においては原子力を別扱いすることなく、公正に取り扱う必要がある
- ・ 博士課程での研究を通じて高度な研究者、技術者を養成することは重要。(就職リスクがあるので博士課程に進学しないのは残念。博士修了者が産業界、研究機関、官で定期的に採用されることが望まれる)
- ・ 博士課程在学中から、産学共同研究の中で指導することも意義がある
- ・ 博士修了学生に求められる資質理解の共有化と博士学生の育成方法の検討・実効化の必要がある
- ・ 社会人ドクターを増やすべき
- ・ I 形人間(スペシャリスト) T 形人間(1つの専門+幅広い知識) 形人間(複数の専門+幅広い知識)が望まれる
- ・ 企業においては、定年まで同じ研究をしていられない可能性が高いため、社会環境の変化に応じて対応できる人材が求められている
- ・ 大学では、専門分野だけでなく幅広い知識が備わる教育を望む
- ・ 博士課程の人材は、複数の問題を同時に考慮して自分なりの切り口で問題を分析でき、幅広い知識をもっており、専門だけしかできないととらえられるのは残念
- ・ 社会人が学位をとって企業に戻っても高く評価されていないことは残念
- ・ 研究の社会的、経済的価値について複眼的な見方ができ、また、課題解決だけでなく課題設定力をもつ人材の育成が必要
- ・ 現在の学生は複眼的な視点に欠けるため、大学での文理融合教育の強化が重要であり、ダブルメジャー育成やジョイント・ディグリー制度の普及も目指すべき(社会科学分野の講座の充実)
- ・ 大学在学中の専攻変更、国公立大学間移動の自由度を高めることが必要
- ・ 理工系の不人気は日本社会の仕組みや若者の職業観がもたらす構造的問題であると同時に先進国に共通する文明的トレンドではないか
- ・ 建築系学科の人気は相対的に高い(民生部門のデマンドサイドに係わる人材は、主として建築系学科から供給される)
- ・ 建築系学科に進学した学生の中で、環境・設備分野を選択した学生が民生分野のエネルギー問題に関わるケースが多い

## 人文・社会系大学(学部、修士、博士)

### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 非自然科学分野における研究者の養成は必須(工学的分野との相互作用効果も大きい)
- ・ 原子力社会学(原子力リスクコミュニケーション、原子力法工学、国際保障学、核不拡散技術など)に関係した分野の研究者、技術者の人材育成を図る必要がある
- ・ 社会科学分野(複眼的な文理融合の視点を持つ、エネルギーセキュリティ、リスクコミュニケーション研究、税制・法制度研究など)の研究者の育成も

極めて重要

- ・ 科学的分野だけではなく、社会科学(政治、国際関係、資源など)も視野に入れた学際的なアプローチが重要
- ・ 現在の学生は複眼的な視点に欠けるため、大学での文理融合教育の強化が重要であり、ダブルメジャー育成やジョイント・ディグリー制度の普及も目指すべき(人文・社会系大学での理系講座の充実)

社会人

<主な意見、提案等の概要>

- ・ 企業からの国内留学は就職の心配がないため、円滑に推進すべき
- ・ OBの活用による若年者の教育・技術継承の実施
- ・ 早期戦力化には優秀な指導者、上司のきめ細かなフォロー、PDCAに基づく改善が重要(3年での研究者・技術者の即戦力化)
- ・ グループディスカッション、ディベート、プレゼンテーション能力を企業では求められる
- ・ エネルギー技術の専門家と市民との間を橋渡しする科学技術コミュニケーターの存在は重要。深い専門知識と説明する能力のあるエネルギー企業の研究者・技術者のOBの活用も検討すべき

(2) 広聴・広報活動

<主な意見、提案等の概要>

- ・ エネルギーへの関心を誘発する仕組みが重要。そのためには、国家戦略としての科学技術政策や技術開発方針と施策への反映(他分野との差別化、専門家の社会的ステータスの確保)と認知調査に基づいた戦略的コミュニケーション計画(教育者と保護者教育をセットにした現場でのコミュニケーション) 科学的正確性を担保した広報が重要
- ・ オピニオンリーダーとなり得る候補を発掘し養成することが重要
- ・ 環境変化と技術革新などの正確な情報が十分に速く伝わっているか疑問
- ・ 初等教育の教員への情報提供、教材提供などが重要。そのためにはエネルギー産業、各種研究機関、大学などが協力して情報と概念を整理して提供する必要がある
- ・ 影響力の大きなメディアに対する正確な情報提供が必要(広報・広聴の充実)
- ・ 「見える化」による学生へのPRが重要
- ・ 初等、中等教育レベルから、原子力エネルギーを正しく教育し、その必要性を理解させることが極めて重要
- ・ 地域の学生(小学生・中学生・高校生)や一般市民に対して、地域に密着した継続性のあるエネルギー教育・啓発活動(企業工場、研究所への見学、出前授業、講演の実施)を行っている。初等・中等教育の一貫として学校に積極的に進めてもらいたい
- ・ 環境ブーム、自然ブームの追い風に乗って、エネルギー分野の魅力を差別化して魅力を提示することが重要。

(3) 人材活用(女性、中高年、外国人等)

<主な意見、提案等の概要>

- ・ 企業と大学・研究独法間の人材マッチングが重要（基盤的専門分野に立脚した専門家のインベントリ整備や短期的ニーズへのマッチングをあまり重視すると人材の使い捨てになる可能性があることにも配慮、需給と教育内容の整合性）
- ・ 新規の分野に学生の人気が集まり、質ばかりではなく量的にも齟齬をきたす恐れがあるため、産業界には弾力的な人事採用を望む
- ・ 企業・公的部門に対しては、エネルギー関連の研究で博士の学位を取得した人材を積極的に受け入れて頂けることが望ましい
- ・ 人員構成ひずみ解消のための積極的な新卒採用（会社が元気であること）
- ・ 外国人や女性、中高年人材の活用には環境整備（待遇）が重要
- ・ 非欧米諸国（インド・中国等）の人材活用が重要
- ・ 日本の大学を出た外国人やインターンシップで活躍した人材の活用や外国の機関とうまく連携したグローバルな採用
- ・ 専門性の高い優秀な外国人研究者は、英語での研究環境を作るという点においても有効であり、活用していきたいが、定着率が低いとの指摘もある
- ・ 専門性が高く優秀な女性研究者を活用していきたいが、女性の場合は、就業継続と出産・育児との両立を可能とする工夫が必要である（育児休業制度以外にも在宅勤務制度や再雇用制度の導入を検討）
- ・ 女性（子育て、家族の世話）へのサポートや援助システム（安定した雇用、長期休暇制度の充実）が必要
- ・ 60歳超えの中高年人材を技術の伝承者として、企業技術者への安全教育講師、科学技術コミュニケーター、産学連携組織職員などに、年齢にとらわれずスポット的に活用すべきと考える。中高年人材は人材バンク（DB）などを設けることも必要
- ・ リタイア後も参加できる柔軟な教育システム（Uターン参加）

#### （４）制度

##### インターンシップ制度・奨学金制度

##### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 優遇措置により学生は流れる可能性大。ただし、教員側の無定見な専門シフトにより、優遇分野の教育・研究の質が低下し、再び学生が離れることも起こりえる（研究機関における、かつてのエネルギー研究の例）
- ・ インターンシップで来た有能な大学の先生に期待
- ・ 既存のインターンシップのPDCAを回すことは大事
- ・ 国際機関（IAEAやOECD/NEAなど）におけるインターンシップは充実を図るべき
- ・ 原子力を専攻する学生に対しては他以上の奨学金があってもよい
- ・ 博士課程の学生に傾斜配分する奨学金やエネルギー研究者・技術者を特定したRA制度の実施
- ・ インターンシップ制度については検討すべき課題（業務内容の検討、マニュアルの充実、機密漏洩防止策の実施）がまだ多いため、制度化は進んでいない。しかし、効果があると考えるので、研究部門を中心として実施していく
- ・ 奨学金については公的部門に委ねたい
- ・ インターンシップや短期の一時採用で受け入れ、適応性があり継続しての勤労意欲を示す優秀な外国人研究者の本格採用



## 産学官連携・人材交流（共同研究）

### <主な意見、提案等の概要>

- ・ 個別分散的な研究を拠点化し、集中・重点化をはかるべき（産学連携推進組織・共同研究センターの設立、異分野間の学際的な交流等の推進）
- ・ 国際共同研究の促進（特に基礎分野や革新的技術開発、最先端の研究開発）
- ・ 博士課程の人材育成は研究機関との連携によって効果的に行われるため、共同研究、人材交流などが重要
- ・ 企業・大学・学生の全てにとってメリットのある組織的産学連携に力を入れて行きたい
- ・ エネルギー分野で国・大学が率先して、専攻・学部・大学の壁を超えた包括的、戦略的な組織連携を進めることが可能な体制を整えていく必要がある
- ・ 研究独法内において共同研究全体を総括マネジメントし、強力に研究独法研究者を指導していく重量級プロジェクトマネジャーの育成が必要
- ・ 高価な実験用器具・設備等の共有による産学研究者の相互訪問
- ・ 海外からの留学者・研究生の受け入れ
- ・ 日本人学生・研究者の海外派遣
- ・ 海外研究機関との交流・連携（短期交換留学生、研究会の定期開催等）

## （５）その他

### <主な意見、提案等の概要>

- ・ エネルギー研究組織は独立行政法人化に馴染むのか？（英国・ETLの例）
- ・ 研究機関との連携が重要であり、大学間原子力研究教育ネットワーク形成、大学協力型原子力コースや地域特定型大学院連合なども意義がある
- ・ 研究機関が有する原子力研究教育に必要な施設設備の維持、活用は人材育成という観点で必要である。これらを全日本的な観点で維持する仕組みが必要
- ・ 日本原子力学会は原子力人材育成に関する総合推進機能を常設しようとしている、これを活用することの意義は大きい
- ・ 人材育成、教育は中長期的視点に立つて行うことが極めて重要（人材育成ロードマップの策定）
- ・ 学生の多様化を図るべき。文理を隔てない試験に加え、論文、課外活動・ボランティアへの参加経験、高校からの推薦状などの総合的なスクリーニング。学部から大学院に進む教育課程においても他大学との人材交流
- ・ 人材育成に関係する様々なプログラムについての効果を的確に評価することが重要
- ・ 共同研究契約での成果の取り扱いについては、紋きり型の対応でなく、研究実態に即した柔軟な対応をお願いしたい
- ・ 大企業、大組織の業務環境の中で、個人をより顕在化させ、個人的貢献を積極的に認め、個人的力量、個人的業績に報いる仕組みを構築すべき（特許に対する成功報酬等）
- ・ 次世代の労働環境や雇用環境を俯瞰し、理工系志望のインセンティブを高くする仕組みが必要
- ・ 失敗は飛躍へのステップとして捉える。失敗により研究者生命が絶たれることのない柔軟なシステムが必要（失敗した技術開発の体験談の共有・蓄積）
- ・ 違う世代やいろいろな国籍の方々が情報を共有できるようなシステムが必要